

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-086247

(43)Date of publication of application : 31.03.1995

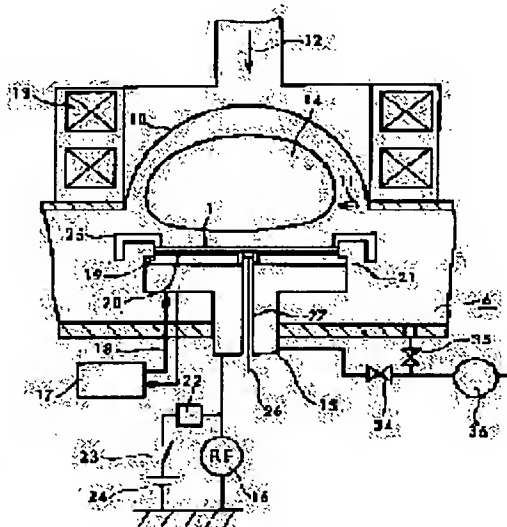
(51)Int.Cl.

H01L 21/3065
H01L 21/68

(21)Application number : 05-230186

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 16.09.1993

(72)Inventor : ITO YOICHI
EDAMURA MANABU
TAMURA NAOYUKI
SHICHIDA HIROYUKI**(54) METHOD AND DEVICE FOR PROCESSING ARTICLE TO BE PROCESSED IN REDUCED PRESSURE ATMOSPHERE****(57)Abstract:****PURPOSE:** To provide a plasma processing method which is capable of controlling the temperature of wafers easily, and what is more, simplifying electrode structure.**CONSTITUTION:** When a wafer 1 is to be etched, while a process gas 11 or a heat conductive gas is being introduced into an etching chamber 6 at first, the chamber 6 is evacuated and the pressure is controlled to about 10 Torr, for example. During this atmosphere, the wafer 1 is loaded on an electrostatic attraction electrode 21 where electrostatic attraction takes place and a space (reservoir) from a groove on the electrostatic attraction electrode 21 up to a clearance between a pressure pin 26 and a hole 27 is sealed with a process gas 11 of about 10 Torr. Then, the etching chamber 6 is adjusted to an etching processing pressure, thereby making the etching processing. The process gas 11 sealed in the reservoir contributes to wafer cooling. When the processing is over, the process gas 11 in the reservoir is evacuated with a vacuum pump 36, thereby releasing the wafer 1 from the electrostatic adsorption electrode 21. This construction makes it possible to control the temperature of the wafer 1 easily, and what is more, to simplify electrode structure.**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 8 6 2 4 7

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 3 月 31 日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/3065

21/68

R

H 0 1 L 21/302

C

審査請求 未請求 請求項の数 2 5

O L

(全 1 2 頁)

(21) 出願番号 特願平 5 - 230186

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 9 月 16 日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 伊藤 陽一

茨城県土浦市神立町 502 番地株式会社日立
製作所機械研究所内

(72) 発明者 枝村 学

茨城県土浦市神立町 502 番地株式会社日立
製作所機械研究所内

(72) 発明者 田村 直行

山口県下松市東豊井 794 番地株式会社日立
製作所笠戸工場内

(74) 代理人 弁理士 高田 幸彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 減圧雰囲気内における被処理物の処理方法及び処理装置

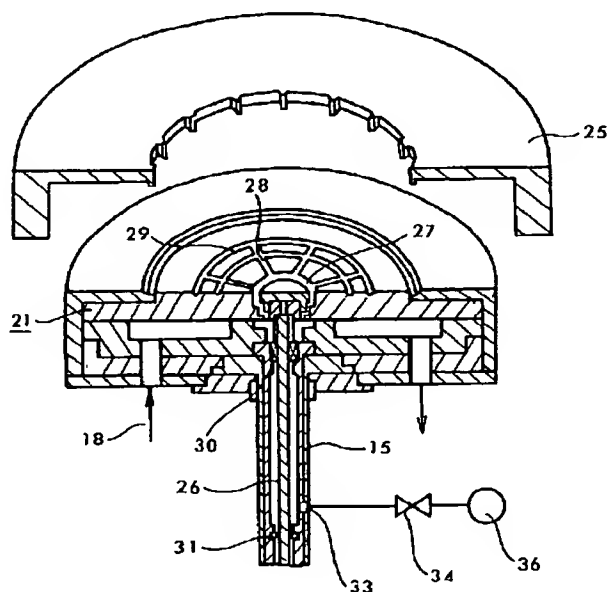
(57) 【要約】

【目的】 ウエハ温度制御を容易にでき、しかも電極構造を簡素化できるプラズマ処理方法を提供する。

【構成】 ウエハ 1 のエッチング処理に際して、先ずエッチング処理室 6 内にプロセスガス 11 もしくは熱伝導性のガスを導入しながら真空排気して圧力を例えば約 10 Torr に調整する。この雰囲気中でウエハ 1 の静電吸着電極 21 上への載置、静電吸着を行い、静電吸着電極 21 上の溝 28、29 からウエハ押し上げピン 26 と孔 27 のすきまに至る空間（リザーバー）に約 10 Torr のプロセスガス 11 を封じ込める。その後、エッチング処理室 6 内をエッチング処理圧力に調整し、エッチング処理を行う。リザーバーに封じ込められたプロセスガス 11 は、ウエハの冷却に寄与する。そして、処理が終了するとリザーバーのプロセスガス 11 を、真空ポンプ 36 により排気し、静電吸着電極 21 からウエハ 1 を解放する。

【効果】 ウエハ温度制御を容易にでき、しかも電極構造を簡素化できる。

図 3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】減圧雰囲気内で被処理物を処理する処理方法において、処理圧力より高い圧力のガス雰囲気の処理系内で試料台上に被処理物を載置した後、前記試料台上に前記被処理物を静電吸着する工程と、処理室内を所定の処理圧力に制御する工程と、前記処理室内において前記処理圧力で前記被処理物を処理する工程からなることを特徴とする減圧雰囲気内における被処理物の処理方法。

【請求項 2】減圧雰囲気内で被処理物を処理する処理方法において、処理圧力より高い圧力のガス雰囲気の処理室内で試料台上に被処理物を載置した後、前記試料台上に前記被処理物を静電吸着する工程と、前記処理室内を所定の処理圧力に制御する工程と、前記処理室内において前記処理圧力で前記被処理物を処理する工程からなることを特徴とする減圧雰囲気内における被処理物の処理方法。

【請求項 3】減圧雰囲気内で被処理物を処理する処理方法において、処理圧力より高い圧力のガス雰囲気の予備室内で試料台上に被処理物を載置した後、前記試料台上に前記被処理物を静電吸着する工程と、処理室内を所定の処理圧力に制御する工程と、前記処理室内において前記処理圧力で前記被処理物を処理する工程からなることを特徴とする減圧雰囲気内における被処理物の処理方法。

【請求項 4】減圧雰囲気内で被処理物を処理する処理方法において、処理圧力より高い圧力のガス雰囲気の処理系内でリザーバーを有する試料台上に被処理物を載置した後、前記試料台上に前記被処理物を静電吸着する工程と、処理室内を所定の処理圧力に制御する工程と、前記処理室内において前記処理圧力で前記被処理物を処理すると共に、前記リザーバーに封じ込められた前記ガスを用いて前記試料と前記試料台の間で熱を移動させる工程からなることを特徴とする減圧雰囲気内における被処理物の処理方法。

【請求項 5】前記被処理物を処理する処理方法が、プラズマにより被処理物を処理するプラズマ処理方法であることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の減圧雰囲気内における被処理物の処理方法。

【請求項 6】前記被処理物を処理する処理方法が、イオン注入により被処理物を処理するイオン注入処理方法であることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の減圧雰囲気内における被処理物の処理方法。

【請求項 7】前記被処理物を処理する処理方法が、分子線エピタキシーにより被処理物を処理する方法であることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の減圧雰囲気内における被処理物の処理方法。

【請求項 8】前記リザーバーに封じ込められた前記ガスをを用いた前記試料と前記試料台間の熱の移動が、プラズマ処理により被処理物に発生する熱を前記試料台に伝え

るものであることを特徴とする請求項 4 に記載の減圧雰囲気内における被処理物の処理方法。

【請求項 9】前記試料台は、表面に溝を有する静電吸着電極と、試料押し上げピン用の孔を備え、該静電吸着電極上の溝から試料押し上げピンと孔のすきまに至る空間と前記ウエハの間に、前記処理圧力より高い圧力のガスを封じ込めることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の減圧雰囲気内における被処理物の処理方法。

【請求項 10】前記処理圧力より高い圧力は、10 Torr 以上の圧力であることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の減圧雰囲気内における被処理物の処理方法。

【請求項 11】プラズマにより試料を処理するプラズマ処理方法において、処理圧力より高い圧力のガス雰囲気の処理系内でリザーバーを有する試料台上に試料を載置する工程と、前記試料台上に前記試料を静電吸着することにより前記リザーバー内に前記ガスを封じ込める工程と、処理室内を所定の処理圧力に制御する工程と、前記処理室内において前記処理圧力で前記試料をプラズマ処理すると共に、前記リザーバーに封じ込められた前記ガスをを用いて前記試料と前記試料台の間で熱を移動させる工程からなることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 12】減圧雰囲気内で被処理物を処理する処理装置において、処理圧力より高い圧力のガス雰囲気の処理系内で試料台上に被処理物を載置する手段と、前記試料台上に前記被処理物を静電吸着する手段と、処理室内を所定の処理圧力に制御する手段と、前記処理室内において前記処理圧力で前記被処理物を処理する手段とを備えたことを特徴とする減圧雰囲気内処理装置。

【請求項 13】減圧雰囲気内で被処理物を処理する処理装置において、処理圧力より高い圧力のガス雰囲気の処理室内で試料台上に被処理物を載置する手段と、前記試料台上に前記被処理物を静電吸着する手段と、前記処理室内を所定の処理圧力に制御する手段と、前記処理室内において前記処理圧力で前記被処理物を処理する手段とを備えたことを特徴とする減圧雰囲気内処理装置。

【請求項 14】減圧雰囲気内で被処理物を処理する処理装置において、処理圧力より高い圧力のガス雰囲気の予備室内で試料台上に被処理物を載置する手段と、前記試料台上に前記被処理物を静電吸着する手段と、処理室内を所定の処理圧力に制御する手段と、前記処理室内において前記処理圧力で前記被処理物を処理する手段とを備えたことを特徴とする減圧雰囲気内処理装置。

【請求項 15】減圧雰囲気内で被処理物を処理する処理手段において、処理圧力より高い圧力のガス雰囲気の処理系内でリザーバーを有する試料台上に被処理物を載置する手段と、前記試料台上に前記被処理物を静電吸着する手段と、処理室内を所定の処理圧力に制御する手段と、前記処理室内において前記処理圧力で前記被処理物

を処理する手段と、前記リザーバーに封じ込められた前記ガスを用いて前記試料と前記試料台の間で熱を移動させる手段とを備えたことを特徴とする減圧雰囲気内処理装置。

【請求項 16】前記被処理物を処理する処理装置が、プラズマにより被処理物を処理するプラズマ処理装置であることを特徴とする請求項 12 ないし 15 のいずれか 1 項に記載の減圧雰囲気内処理装置。

【請求項 17】前記被処理物を処理する処理装置が、イオン注入により被処理物を処理する処理装置であることを特徴とする請求項 12 ないし 15 のいずれか 1 項に記載の減圧雰囲気内処理装置。

【請求項 18】前記被処理物を処理する処理装置が、分子線エピタキシーにより被処理物を処理する MBE 処理装置であることを特徴とする請求項 12 ないし 15 のいずれか 1 項に記載の減圧雰囲気内処理装置。

【請求項 19】前記試料台は、表面上に放射状に延びる溝を有する静電吸着電極と、試料押し上げピン用の孔を備え、該静電吸着電極上の溝から試料押し上げピンと孔のすきまに至る空間と前記ウエハの間が、前記処理圧力より高い圧力のガスを封じ込める前記リザーバーとなることを特徴とする請求項 15 に記載の減圧雰囲気内処理装置。

【請求項 20】前記処理圧力より高い圧力のガスを封じ込める前記リザーバーは、前記試料台に設けられ、かつ静電吸着電極の表面に開口していることを特徴とする請求項 15 に記載の減圧雰囲気内処理装置。

【請求項 21】プラズマにより処理されるウエハを絶縁膜との間に発生させた静電吸着力により支持する静電吸着装置において、ウエハと絶縁膜間の熱通過率に不均一な分布を持たせたことを特徴とする静電吸着装置。

【請求項 22】ウエハと絶縁膜間の隙間を変化して、ウエハ吸着部と非吸着部を交互に配置し、熱通過率に不均一な分布を与えたことを特徴とする請求項 21 記載の静電吸着装置。

【請求項 23】絶縁膜の表面粗さを大小に交互に変化して、熱通過率に不均一な分布を与えたことを特徴とする請求項 21 記載の静電吸着装置。

【請求項 24】絶縁膜膜種を交互に変化して、熱通過率に不均一な分布を与えたことを特徴とする請求項 21 記載の静電吸着装置。

【請求項 25】ウエハと絶縁膜間のすきまを超音波加工により形成したことを特徴とする請求項 22 記載の静電吸着装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、減圧雰囲気において、プラズマ等によりウエハ等の被処理物を処理する処理方法において、被処理物の温度制御が容易にでき、しかも電極構造の簡素化を図るのに好適な減圧雰囲気における

被処理物の処理方法及び処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】減圧雰囲気において、プラズマ等によりウエハ等の被処理物を処理する処理方法に関し、第 1 の従来技術としては特公昭 56-53853、特公昭 57-44747 記載のように、ウエハを試料台上に静電吸着してプラズマにより処理することが提案されている。また、第 2 の従来技術としては特公平 2-27778、特開平 2-30128 記載のようにウエハを試料台上にクランプにより機械的に支持した状態でウエハ裏面に He ガスを導入して、ガスの熱伝導、自由対流、強制対流を利用してウエハを冷却しながら処理することが提案されている。

【0003】さらに、第 3 の従来技術として特開昭 58-32410、特開昭 60-115226 記載のようにウエハを試料台上に静電吸着した後、ウエハ裏面に He ガスを導入してガスの熱伝導、自由対流、強制対流を利用してウエハを冷却しながら処理することが提案されている。

【0004】また、第 4 の従来技術として、特開昭 63-300517 記載のようにエッチングされるウエハの直径より大きな直径を有する静電吸着電極を使用することが提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術をウエハを連続して処理するエッチング処理に適用することを想定すると次のような解決すべき課題がある。まず、第 1 の従来技術ではウエハと試料台間の伝熱が固体と固体の接触のみであるために処理中のウエハを十分に冷却することが困難である。

【0006】また、第 2 の従来技術は第 1 の従来技術に比べてウエハの冷却特性は優れているが新たな問題としてウエハの外周をクランプにより機械的に支持するためにチッピングによる異物やクランプへのデポ物の付着によって異物を生じ易く、低塵埃化の点で問題がある。

【0007】第 3 の従来技術は第 2 の従来技術に比べて低塵埃化を図ることができる。しかしながら、第 2、第 3 の従来技術のようにウエハ裏面に冷却ガスを導入しながらプラズマにより処理する方法では処理中のウエハ温度を制御するために冷却ガスの導入流量と排気量を交互に微調整して裏面圧力を制御する必要があり、制御が複雑であった。また、試料台に冷却ガスを導入する手段を設ける必要があり、構造が複雑になっていた。

【0008】また、第 1、第 3 の従来技術では、ウエハの静電吸着電極に吸着されていない外周部分が真空断熱状態となって冷却されないために外周部での温度上昇が中央に比べて大きくなりウエハ内の温度分布が不均一になるという問題がある。この傾向は、ウエハへの入熱量の増加、ウエハの大口径化によりますます顕著になる。

【0009】次に、第 4 の従来技術では、ウエハの直径

に対して静電吸着電極の直径の方が大きいためにウエハを吸着していない部分の絶縁膜がプラズマによりエッチングされて削られ、絶縁膜の寿命が短くなるとともに安定した吸着力が得られなくなるという問題がある。

【0010】本発明の第一の目的は、被処理物の温度制御を容易にでき、しかも電極構造を簡素化できる、減圧雰囲気における被処理物の処理方法及び処理装置を提供することにある。

【0011】本発明の第二の目的は、プラズマ等により冷却、加熱処理される被処理物の面内の温度分布の均一化を図るのに好適な、被処理物の静電吸着装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記第一の目的を達成するために、処理系（予備室又は処理室）にガスを導入してエッチング等の処理圧力より高い圧力に制御された雰囲気中で被処理物を試料台上に載置した後、静電吸着して試料台上に固定する。その後、処理室の圧力を処理圧力に制御し、被処理物の処理を行う。上記ガスは、プロセスガスであってもよく、あるいはHeのような熱伝導性のガスであってもよい。

【0013】上記第二の目的を達成するために、ウエハと静電吸着電極間の熱通過率に分布を与える。分布を与える手段としては、ウエハと静電吸着電極間のすきまを変化させてウエハ吸着部と非吸着部を交互に配置すること、絶縁膜の表面粗さを交互に変化させること、絶縁膜の膜種を交互に変化させること等が考えられる。

【0014】

【作用】処理圧力より高い圧力に制御された雰囲気中でウエハ等の被処理物を静電吸着することにより、被処理物と試料台の間の空間にも処理圧力より高い圧力のガスが封じ込められる。その後、処理室を処理圧力に制御し、被処理物を処理する。この間に、被処理物と試料台の間に封じ込められたガスは被処理物と試料台間の表面粗さによる隙間から処理室に洩れるためにガスの圧力は次第に低下する。しかし、封じ込めの圧力、静電吸着力を調整することにより、処理中の被処理物を冷却もしくは加熱するのに十分な熱通過率を有するガス圧に維持することが可能である。

【0015】次に、ウエハと静電吸着電極間のすきまを変化してウエハ吸着部と非吸着部を交互に配置した場合について説明する。ウエハ、電極間の熱通過率はウエハ吸着部で高く、ウエハ非吸着部で低くなる。従って、ウエハ温度は吸着部中央で最低、ウエハ非吸着部中央で最高となり、ウエハ面内の温度分布はウエハ吸着部中央と非吸着部中央の温度差となるので、従来のように外周部が中央に比べて一方的に温度上昇して不均一になることを防止でき、温度分布の均一化を図ることができる。また、熱通過率は静電吸着力に依存するので絶縁膜の表面粗さ、絶縁膜の膜種を交互に変化して実施しても同様の

効果が得られる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の第1の実施例を適用した有磁場マイクロ波エッチング装置の構成を図1から図4により説明する。まず、ウエハ1の搬送について図1により説明する。ウエハ1は、直進アーム2によりロードカセット3から取り出されロードロック室4に搬入される。そして、ロードロック室4内に搬入されたウエハ1は真空雰囲気であるバッファ室5内をエッチング処理室6に向かつて、旋回アーム7により搬送され、エッチング処理室6に搬入される。そして、後述する方法によりエッチング処理され、バッファ室5、アンロードロック室8を介して大気中に取り出されアンロードカセット9内に収納される。

【0017】次に、エッチング処理室6の構成を図2により説明する。ウエハ1のエッチング処理は放電管10内に所定の流量導入したプロセスガス11をマイクロ波12とソレノイド13による磁場の相互作用によりプラズマ14化し、さらに下部電極15に高周波電源16により高周波を印加してウエハ1に入射するイオンのエネルギーを制御しながら行なっており、下部電極15はサーキュレータ17により冷媒18を循環することにより温調されている。

【0018】また、下部電極15上にはA1製の電極19にA1₂O₃を減圧した雰囲気中で溶射して絶縁膜20を形成して構成した静電吸着電極21が固定してあり、さらに下部電極15にはローパスフィルタ22を介してスイッチ23と直流電源24が接続してある。エッチング処理中のウエハ1の支持は、下部電極15を上昇してウエハ押え25によりウエハ1外周を支持し、その後前述した方法によりプラズマ14を生成し、スイッチ23をONして絶縁膜20の両端に直流電圧を印加することにより生じる静電吸着力により行う。

【0019】次に、下部電極15、静電吸着電極21の構成について図3から図4により説明する。下部電極15、静電吸着電極21には、ウエハ1載置面の中央部にウエハ1を搬送するために静電吸着電極21からウエハ1を持ち上げるウエハ押し上げピン26の挿入される孔27が、板厚方向に形成されている。

【0020】また、静電吸着電極21のウエハ1載置面には孔27から放射状に延びる複数の溝28とこの溝28を互いに連結する環状の溝29が形成されている。これらの溝28、29は、深さが0.05から0.1mm、巾が0.5から1mmで超音波加工により加工されている。また、ウエハ押し上げピン26は、一端をスライド軸受30により支持され、他端をOリング31によりシールされており、スライド軸受30の外周には複数のすきま（連通通路）32が設けてある。よって、静電吸着電極21上にウエハ1が無い時は、静電吸着電極21上の溝28、29からウエハ押し上げピン26と孔2

7のすきまに至る空間（リザーバー）はエッチング処理室6と連通状態となる。また、下部電極15にはウエハ押し上げピン26と孔27のすきままで貫通する排気孔33が設けてあり、バルブ34を開くことによりバルブ35を介してエッチング処理室6を排気する真空ポンプ36により排気できるようにしてある。

【0021】次に、本発明の第1の実施例のエッチング処理のシーケンスを図5により説明する。まず、エッチング処理室6内にプロセスガス11を所定の流量で導入しながら真空排気することにより、圧力を例えば約10 Torr以上で調節する。これにより、エッチング処理室6と連通状態にある静電吸着電極21上の溝28、29からウエハ押し上げピン26と孔27のすきまに至る空間（リザーバー）の圧力も約10 Torr以上となる。

【0022】一般に、ガスの圧力と熱通過率の間には、図6に示すような関係が有り、約10 Torr以上では熱通過率が圧力に依存せず、一定となる。一方、処理圧力は、エッチングやCVDの場合約0.01 Torr、スパッタが約0.1 Torr以下である。イオン注入の場合、 $1/10^5 \sim 1/10^7$ Torr、MBEで $1/10^{10}$ Torr程度である。従って、処理圧力よりも高い圧力、すなわち0.1 Torrよりも高い、望ましくは約10 Torr以上の圧力にすれば、安定した高い熱通過率が得られる。

【0023】このような処理圧力よりも高いガス圧力の状態で、ウエハ1を旋回アーム7によりエッチング処理室6に搬送し、ウエハ押し上げピン26を上昇させてウエハ1を持ち上げた後、旋回アーム7をロードロック室4側に旋回し、再びウエハ押し上げピン26を下降する。これによりウエハ1は静電吸着電極21上に載置される。

【0024】そして、下部電極15を上昇してウエハ1外周をウエハ押え25により支持した状態で、マイクロ波12、ソレノイド13をONしてプラズマ14を生成した後、スイッチ23をONしてウエハ1を静電吸着電極21上に静電吸着する。こうすることにより、リザーバーすなわち、静電吸着電極21上の溝28、29からウエハ押し上げピン26と孔27のすきまに至る空間に、ガス圧約10 Torr以上のプロセスガス11が封

じ込められ、ウエハ1裏面の圧力は約10 Torr以上となる。

【0025】次に、一旦、マイクロ波12、ソレノイド13をOFFしてプラズマ14を消滅、スイッチ23をOFFして静電吸着を解放した後、エッチング処理室6内からのプロセスガス11の排気量を増加させ、当初の圧力よりは低い圧力であるエッチング処理圧力に調節する。この間、ウエハ1は残留吸着力により支持され、リザーバーすなわち、静電吸着電極21上の溝28、29からウエハ押し上げピン26と孔27のすきまに至る空間、に存在するプロセスガス11は、エッチング処理室6内の圧力低下によりウエハ1外周部裏面と静電吸着電極21の外周部表面の表面粗さ程度のすきまからエッチング処理室6に漏出し、この漏出分を除いたプロセスガス11が封じ込められた状態となる。

【0026】次に、マイクロ波12、ソレノイド13を再びONしてプラズマ14を生成して、スイッチ23をONすることにより、ウエハ1に静電吸着力が付与されてこの状態で処理される。ウエハ1のエッチング処理中、リザーバーすなわち静電吸着電極21上の溝28、29からウエハ押し上げピン26と孔27のすきまに至る空間のプロセスガス11は、エッチング処理室6内の圧力との差圧により漏出し、圧力は次第に低下するがエッチング処理中のウエハ1の温度を所定の温度に維持するのに必要な圧力以上に維持される。

【0027】その後、エッチング処理が終了するとバルブ34を開いて真空ポンプ36により、リザーバーすなわち静電吸着電極21上の溝28、29からウエハ押し上げピン26と孔27のすきまに至る空間のプロセスガス11を排気する。その後、マイクロ波12、ソレノイド13をOFFしてプラズマ14を消滅し、スイッチ23をOFFしてウエハ1の静電吸着を解放する。そして、下部電極15を下降してウエハ押え25によるウエハ1の支持を解放する。

【0028】次に、本エッチング方法についてエッチング処理中のウエハ1の温度変化について実験により検討を行った結果を表1に示す。

【0029】

【表1】

10

20

30

40

表 1 ウエハ温度変化の測定結果

入熱量 120W/6インチ

| ウエハ そり量 (μm) | 印加電圧 (V) | エッチング開始 前の裏面圧力 (Torr) | エッチング開始 2分後の裏面圧力 (Torr) | エッチング処理中の ウエハ温度変化量 ($^{\circ}\text{C}$) |
|---------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------------------------|---|
| 5 | -300 | 10.4 | 9.2 | 0.6 |
| | -600 | 10.4 | 9.5 | 0.5 |
| 30 | -300 | 10.4 | 6.3 | 2.7 |
| | -600 | 10.4 | 9.4 | 0.4 |

【0030】この結果より、ウエハ1のそり量（凸状）が約5 μm と小さい場合では、静電吸着電極21への印加電圧が-300V以上でエッチング処理中のウエハ1の温度変化は約1 $^{\circ}\text{C}$ 以内であり、良好な結果が得られた。また、ウエハ1のそり量（凸状）が約30 μm とさらに大きい場合では、印加電圧-300Vでエッチング処理中のウエハ1の温度変化が約2.7 $^{\circ}\text{C}$ と大きくなった。しかしこの場合でも、印加電圧を-600Vに高くして、吸着力を増加することにより、温度変化を1 $^{\circ}\text{C}$ 以内に低減でき、同様に良好な結果が得られた。なお、このときのウエハ1への入熱量は約120W/6インチであった。

【0031】また、ウエハ1の処理温度は初期の静電吸着時のウエハ1裏面の圧力を変化して、エッチング処理開始時のウエハ1裏面圧力を変化することにより設定できる。ウエハ1の温度の再現性は、排気孔33とバルブ34の間に圧力計を設け、エッチング開始時の圧力を一定値に制御することにより簡単に得られた。

【0032】また、リザーバーすなわち、静電吸着電極21上の溝28、29からウエハ押し上げピン26と孔27のすきまに至る空間、へ封じ込めるガスとしてプロセスガス11の他にHeガスも使用可能である。この場合、当初エッチング処理室6内にHeガスが導入される。そして、静電吸着が完了した時点でHeガスに替えてプロセスガス11をエッチング処理室6内に導入し、エッチング処理圧力に制御した後、同様にエッチング処理を行う。

【0033】次に、本発明の第2の実施例を適用した有磁場マイクロ波エッチング装置の構成及びエッチング方法を図7、図8により説明する。第1の実施例と構成で異なるところは、接地とフローティング状態をスイッチ37により切り替え可能な、ウエハ1を静電吸着電極21上に載置した際にウエハ1裏面に接触する電極38を下電極15に設けたところである。ウエハ1の静電吸着はスイッチ37をONして電極38を接地した状態でスイッチ23をONすることにより行い、エッチング処理が開始されるとスイッチ37をOFFして電極38を

フローティング状態にする。このようにすることにより、図8に示すように、エッチング処理開始前にエッチング処理室6内の圧力を処理圧力に制御する際に、ウエハ1の静電吸着を解放することがなくなり、ウエハ裏面圧力の低下を第1の実施例に比べてさらに少なくすることができる。

20 【0034】次に、本発明の第3の実施例を適用した有磁場マイクロ波エッチング装置の構成及びエッチング方法を図9、図10により説明する。第1、第2の実施例と構成で異なるところは、エッチング電極39の表面の外周部にリング40を設け、エッチング電極39にウエハ1を載置した後、下部電極15を上昇させて、ウエハ押し25によりエッチング処理中のウエハ1の支持を行うようにしたところである。このようにすることにより、図10のシーケンスに示すように、ウエハ1をウエハ押し25により支持した後エッチング処理室6内の圧力を処理圧力に制御することにより、上記実施例同様にウエハ1のエッチング処理を行うことができる。

30 【0035】次に、本発明を適用した他のエッチング装置の例として、平行平板形のRIE装置に適用した第4の実施例を図11に示す。有磁場マイクロ波エッチング装置と異なるところは、マイクロ波12とソレノイド13の磁場の相互作用によりプラズマ14を生成するかわりに、下部電極15に対向する接地された上部電極41を設けて、この電極間に高周波電源16により高周波を印加してプラズマ14を生成するようにしたところである。

40 【0036】従って、前述した第1、第2、第3の実施例とはプラズマ14の生成方法が異なるだけであり、下部電極15を上記各実施例と同様に構成することにより同様なエッチング処理を行うことができる。

50 【0037】次に、本発明をスパッタ装置に適用した構成を第5の実施例として図12に示す。スパッタ装置は、上部電極41に成膜用ターゲット42を、またウエハ1を加熱するためのヒータ43を設けた下部電極15上にウエハ1を配置し、上部電極41と下部電極15間に高周波電源16により高周波を印加してプラズマ14

を生成した後シャッタ 44 を開いてウエハ 1 表面にターゲット 42 を成膜する装置である。従って、エッチング装置と異なるところは、処理圧力がさらに低圧であることとウエハ 1 を加熱しながら処理するところであり、下部電極 15 を前述したような第 1、第 2、第 3 の実施例のように構成することにより同様にスパッタ処理を行うことができる。

【0038】なお、処理ガスの一部を保持するリザーバーは、前記実施例で述べたような構成に限定されるものではない。例えば所定の容積を有し、静電吸着電極の表面すなわちウエハとの熱交換面に開口する凹部を、静電吸着電極 21 に別途設けてもよい。

【0039】次に、本発明を複数の処理室を有した処理装置に適用した他の構成例を第 6 の実施例として図 13、図 14 に示す。図 14 は図 13 の A-A 断面図である。処理装置として、例えば、スパッタ装置に適用した場合について説明する。

【0040】スパッタ装置は、ウエハ取入取出室 45、ローディング室 46 の両予備室と、第 2 処理ステーション 47、第 3 処理ステーション 48、第 4 処理ステーション 49、第 5 処理ステーション 50 の各処理室を有する。また、両予備室すなわちウエハ取入取出室 45、ローディング室 46 間のウエハ 1 の搬送を行う搬送装置 51 を有する。また、エアシリンダ 52 により円錐カム 53 を上昇下降することにより、ローディング室 46 と各処理室（第 2 処理ステーション 47 から第 5 処理ステーション 50）に向かって前進後退する 5 組のウエハホルダ 54（第 2 処理ステーション 47、第 3 処理ステーション 48、第 5 処理ステーション 50 のウエハホルダ 54 は図示省略）を有する。また、ウエハホルダ 54 を 1 処理ステーションピッチで回転するためにモータ 55、ギヤ 56、チェーン 57 により駆動されるドラム 58、ローディング室 46 内で搬送装置 51 からウエハホルダ 54 間のウエハ 1 の受け渡しを行うウエハチャック装置（図示省略）の各ウエハ搬送手段を有する。さらに、ウエハ取入取出室 45 を排気するための真空ポンプ 59 大気開放するためのリークバルブ 60 とローディング室 46、第 2 処理ステーション 47 から第 5 処理ステーション 50 の各処理室を排気するための真空ポンプ 61、大気開放または Ar ガス等のプロセスガス 62 を導入するためのバルブ 63 を有する。

【0041】処理されるウエハ 1 は、リークバルブ 60 を開いて大気開放されたウエハ取入取出室 45 にゲートバルブ 64 を開いて搬入され、ウエハ取入取出室 45 が真空ポンプ 59 によりローディング室 46 と同程度の圧力まで真空排気されるとゲートバルブ 65 を開いて搬送装置 51 により、ローディング室 46 に搬入される。

【0042】そして、ローディング室 46 においてウエハチャック装置からウエハホルダ 54 に受け渡されたウエハ 1 は、ドラム 58 を回転して第 2 処理ステーション

47 から第 5 処理ステーション 50 の間で所定の処理が行われる。その後、処理済みのウエハ 1 は前述と逆の手順により、ローディング室 46 を経てウエハ取入取出室 45 に搬送され、ウエハ取入取出室 45 から搬出される。

【0043】なお、第 2 処理ステーション 47 から第 5 処理ステーション 50 では、ウエハ 1 の表面に吸着した汚染ガスを除去するウエハベーク処理、スパッタ前のウエハ 1 表面の酸化物層を除去するスパッタエッチ処理、あるいは薄膜を形成するスパッタ処理を任意に組合せて処理を行うが、標準的には第 2 処理ステーション 47 でウエハベーク処理、第 3 処理ステーション 48 でスパッタエッチ処理、第 4 処理ステーション 49、第 5 処理ステーション 50 でスパッタ処理を行う。その場合、各ステーションの処理ユニット 66 は、第 2 処理ステーション 47 はウエハベークユニット、第 3 処理ステーション 48 はスパッタエッチングユニット、第 4 処理ステーション 49、第 5 処理ステーション 50 はスパッタ処理ユニットである。

【0044】この実施例では、ウエハホルダ 54 を例えば本発明の第 2 の実施例に示したような静電吸着方式によりウエハ 1 を支持する構造とし、予備室すなわちローディング室 46 において同様の手順でウエハ 1 裏面に Ar ガス等のプロセスガス 62 または He ガスを封じ込める。その後、処理室においてウエハベーク処理、スパッタエッチ処理、スパッタ処理を順次行うことにより、ウエハ 1 の処理温度を制御することが可能である。

【0045】以上説明したように、本発明は減圧雰囲気内でウエハ等の試料を冷却あるいは加熱しながらプラズマ等により処理する処理装置における、被処理物の温度制御に広く適用することができる。例えば、プラズマを利用して被処理物を処理する例としては、プラズマエッチング、プラズマ CVD、スパッタ等が挙げられる。また、プラズマを利用しないで被処理物を処理する例としては、イオン注入、MBE、蒸着、減圧 CVD 等が挙げられる。

【0046】また、試料を冷却する場合としては、エッチング、イオン注入、スパッタ等が挙げられる。また、加熱する場合としては、CVD、スパッタ、MBE、蒸着等が挙げられる。

【0047】次に、本発明の第 7 の実施例を適用した静電吸着電極の構成を図 15、図 16 により説明する。エッチング処理されるウエハ 100 は、静電吸着電極 120 のオリフラ 130 とウエハ 100 のオリフラ 140 が一致するようにあらかじめオリフラ合わせを行う。その後、エッチング処理室の A1 製電極 150 表面に A1₂O₃ を減圧した雰囲気中で溶射して形成した絶縁膜 160 から構成された静電吸着電極 120 上に、搬送装置により載置される。その後、ウエハ 100 のエッチング処理は放電管内に導入したプロセスガスをマイクロ波とソ

レノイドの相互作用によりプラズマ化し、さらに静電吸着電極 120 を固定している下部電極に高周波電源により高周波を印加してウエハ 100 に入射するイオンのエネルギーを制御しながら行われる。

【0048】そして、ウエハ 100 のエッチング処理が終了するとウエハ 100 は押し上げピンを上昇することにより静電吸着電極 120 から取り外された後、搬送装置に渡され他の場所に搬送される。

【0049】静電吸着電極 120 はウエハ 100 と同一形状でオリフラ 130 を有する形状となっている。また表面にはウエハ 100 と接触するリング状のウエハ吸着部 122 と絶縁膜 160 を溶射した後、超音波加工により形成された深さ約 100 μm のくぼみであるリング状のウエハ非吸着部 123 が交互に配置されている。また、He ガスを貯めるリザーバー 124 が静電吸着電極 120 の上表面に開口するようにして、設けてある。また、リザーバー 124 に封じ込められた He ガスが周辺に向かって流れるための深さ約 100 μm の溝 125 が同様に超音波加工により形成されている。なお、押し上げピン用の孔 126 は図示していないが He ガスが洩れないようにシールされている。

【0050】次に、ウエハ吸着部 122 とウエハ非吸着部 123 におけるウエハ 100 と静電吸着電極 120 間の熱通過率を計算により求めた結果を図 17 に示す。熱通過率はウエハ吸着部 122 とウエハ非吸着部 123 とともに裏面圧力の増加とともに大きくなるが、ウエハ吸着部 122 の方がウエハ非吸着部 123 より大きく、裏面圧力約 4 Torr でそれぞれ約 600 W/m²K、約 200 W/m²K である。

【0051】次に、この結果を基にしてエッチング処理中のウエハ 100 内の温度分布を従来技術と本発明について計算した結果を図 5 に示す。計算はウエハのサイズを 8 インチ、ウエハへの入熱量を 200 W、ウエハ吸着部 122 の熱通過率を 600 W/m²K、ウエハ非吸着部 123 の熱通過率を 200 W/m²K、ウエハ外周部の吸着されていない部分の熱通過率を 0 W/m²K の条件で行った。

【0052】従来技術では、ウエハの外周から中心に向かって温度上昇は小さくなっており約 ±2.5℃ の温度分布を生じるのに対して本発明ではウエハの温度は全体的に高くなるが、温度上昇が交互に増加、減少しており約 ±0.75℃ の温度分布に低減できることが明らかになった。

【0053】以上説明したようにウエハ 100 と静電吸着電極 120 間の熱通過率の高い部分と低い部分を交互に変化して、ウエハ 100 内の温度分布の均一化を図ることができる。なお、絶縁膜 160 の表面粗さを大小に交互に変化すること、あるいは絶縁膜 160 の膜種を交互に変化することにより静電吸着力を変化しても同様の効果が得られる。また、実施例は、リザーバー 124 に

He ガスを封じ込める例で説明したが、他の種類のガスを封じ込めても同様な効果がある。

【0054】

【発明の効果】本発明によれば、減圧雰囲気内における被処理物の処理方法において、被処理物の温度制御を容易に行うことができ、しかも電極構造を簡素化できる。

【0055】また、本発明によれば減圧雰囲気において処理される被処理物の温度分布の均一化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例を適用したエッチング装置の構成を示した図。

【図 2】第 1 の実施例を適用したエッチング処理室の構成を示した図。

【図 3】第 1 の実施例の下部電極、静電吸着電極の構成を示した図。

【図 4】第 1 の実施例の下部電極、静電吸着電極の構成を示した図。

【図 5】第 1 の実施例のエッチング処理方法を説明する図。

【図 6】ガスの圧力と熱通過率の関係を示す図。

【図 7】本発明の第 2 の実施例を適用したエッチング処理室の構成を示した図。

【図 8】第 2 の実施例のエッチング処理方法を説明する図。

【図 9】本発明の第 3 の実施例を適用したエッチング処理室の構成を示した図。

【図 10】第 3 の実施例のエッチング処理方法を説明する図。

【図 11】本発明の第 4 の実施例を適用した他のエッチング装置の構成を示した図。

【図 12】本発明の第 5 の実施例を適用したスパッタ装置の構成を示した図。

【図 13】本発明の第 6 の実施例を適用したスパッタ装置の構成を示した図。

【図 14】図 13 の A-A 断面図。

【図 15】本発明の第 7 の実施例を適用した静電吸着電極の平面図。

【図 16】図 15 の実施例の静電吸着電極の側面図。

【図 17】図 15 の実施例の熱通過率の計算結果を示した図。

【図 18】図 15 の実施例のウエハ内の温度分布の計算結果を示した図。

【符号の説明】

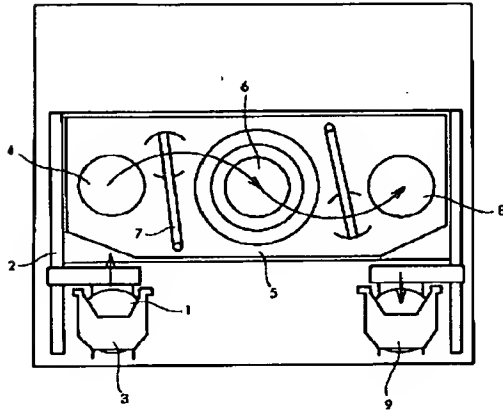
1…ウエハ、6…エッチング処理室、11…プロセスガス、15…下部電極、16…高周波電源、20…絶縁膜、21…静電吸着電極、22…ローパスフィルタ、23…スイッチ、24…直流電源、25…ウエハ押え、26…ウエハ押し上げピン、27…孔、28、29…溝、30…スライド軸受、31…Oリング、33…排気孔、

15

34…バルブ、36…真空ポンプ、37…スイッチ、38…電極、39…エッチング電極、40…リング、41…上部電極、42…ターゲット、43…ヒータ、46…ローディング室、47…第2処理ステーション、48…第3処理ステーション、49…第4処理ステーション、

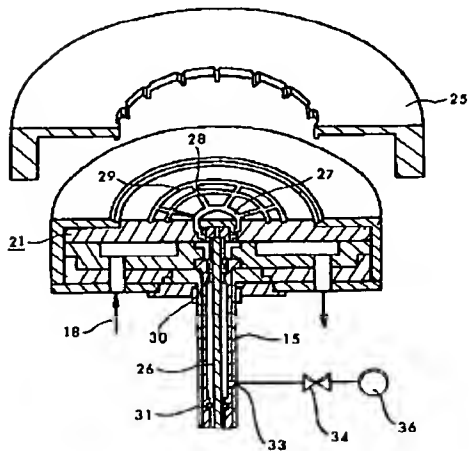
【図1】

図 1



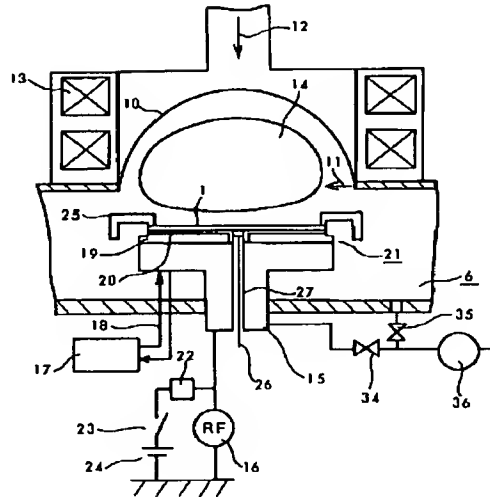
【図3】

図 3



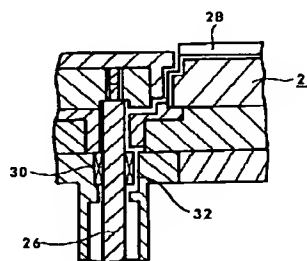
【図2】

図 2



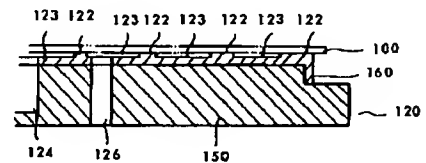
【図4】

図 4



【図16】

図 16



【図5】

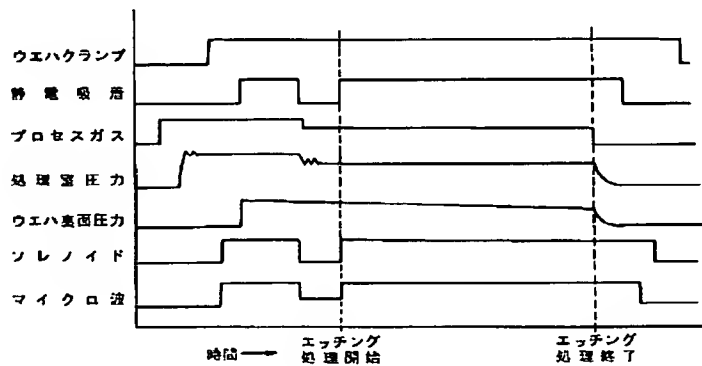


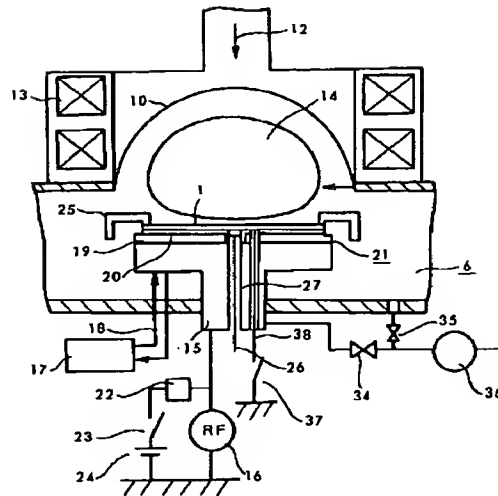
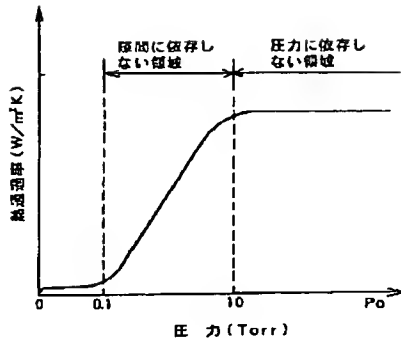
図 5

【図 6】

【図 7】

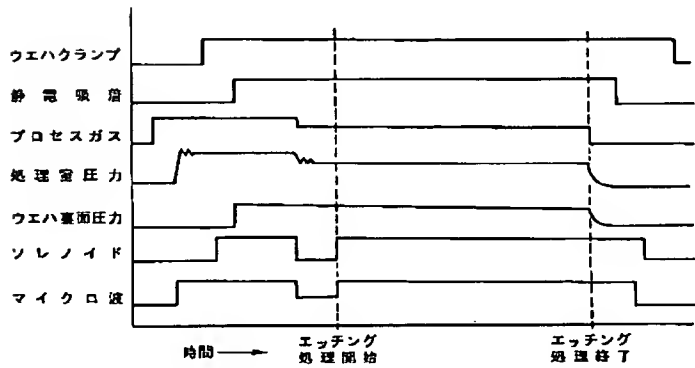
図 6

図 7



【図 8】

【図 9】



【図 10】

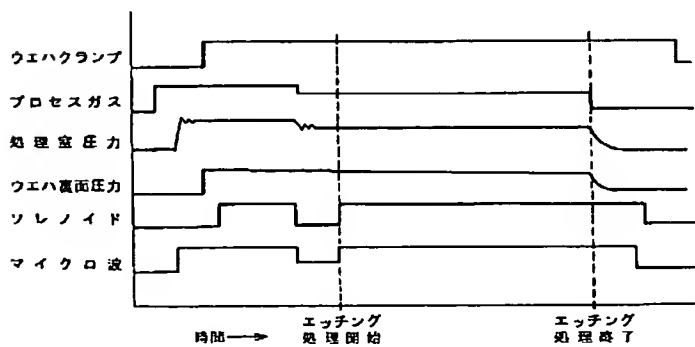
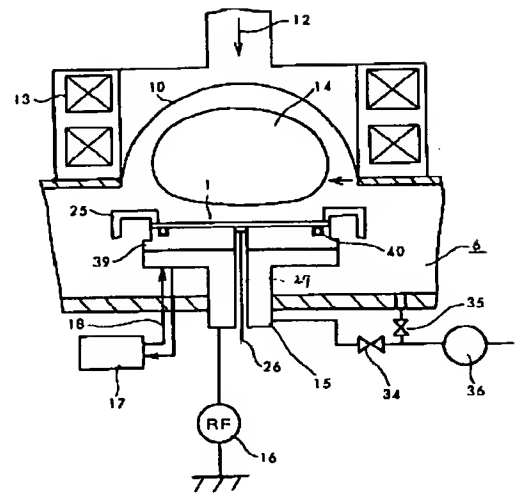


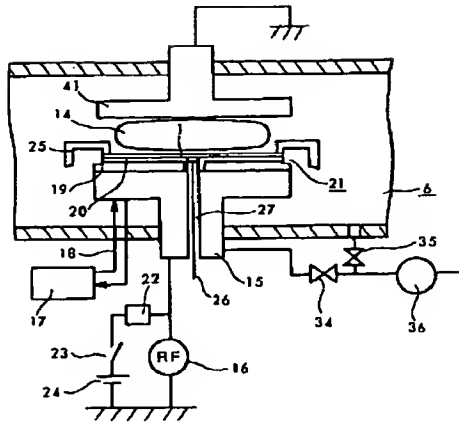
図 8

図 10



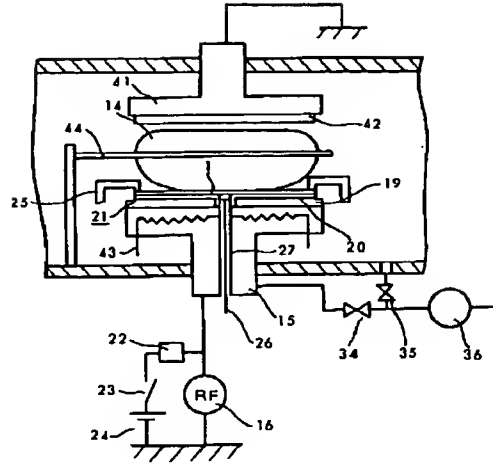
【図11】

図 11



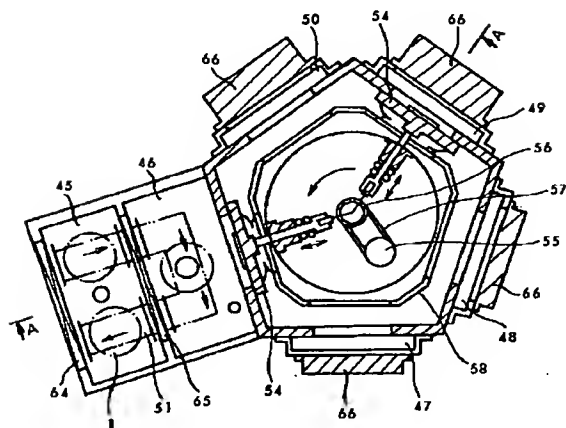
【図12】

図 12



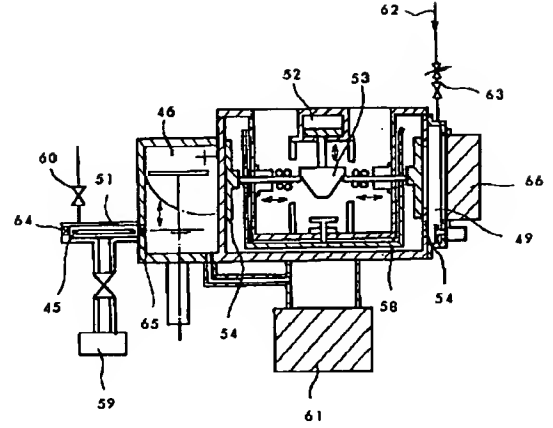
【図13】

図 13



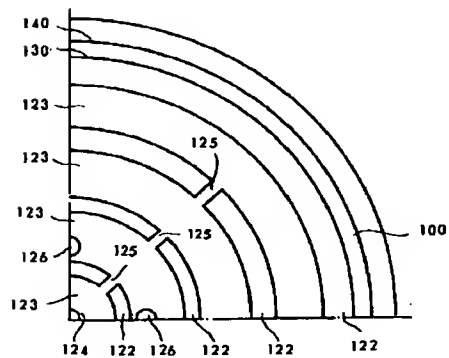
【図14】

図 14



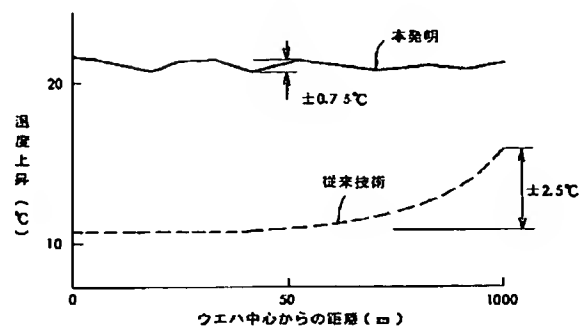
【図15】

図 15



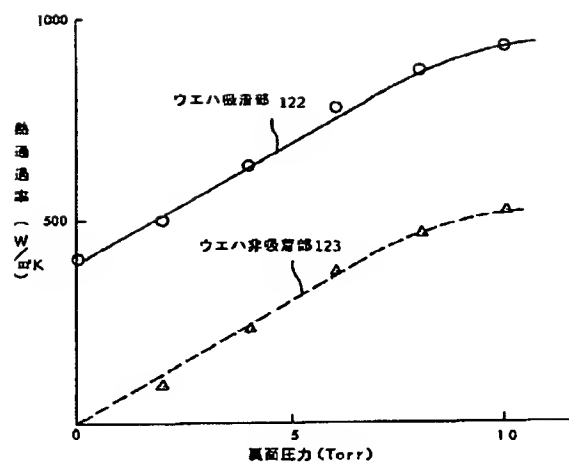
【図18】

図 18



〔図 17〕

図 17



フロントページの続き

(72)発明者 七田 弘之
山口県下松市東豊井794番地株式会社日立
製作所笠戸工場内